

В качестве исходных параметров выбирались показатели преломления  $n_2$  и оптическая толщина пленки ( $h_0 = n_2 h$ ), а также показатель преломления подложки  $n_3$ . Среда предполагалась непоглощающими и немагнитными. Световая волна с длиной волны  $\lambda_0$  падала на исследуемую систему из воздушной среды ( $n_1 = 1$ ) под различными углами  $\theta$ . При моделировании оптических свойств использовались формулы Френеля [1]. Расчет проводился в программе Mathcad.

Исследовано влияние показателя преломления пленки на оптические параметры изучаемой системы при фиксированном значении показателя преломления подложки. Данные для коэффициента отражения при различных  $n_2$  показаны на рисунке.

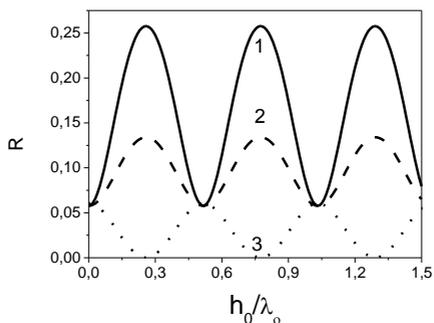


Рис. Отражательная способность системы плёнка/подложка.  
 $n_2 = 2$  (1),  $1.7$ (2),  $1.2$ (3);  $n_3 = 1.5$ ,  $\theta = \pi/6$

В результате моделирования установлено, что при увеличении угла падения происходит смещение максимумов и минимумов вправо, причём максимумам при  $n_2 > n_3$  соответствуют минимумы при  $n_2 < n_3$ .

#### Литература

1. Борн М., Вольф Э. Основы оптики. Учебное пособие. – М.: Наука, 1973. – 721 с.

УДК 621.316

### ГРАФЕНОВЫЕ СУПЕРКОНДЕНСАТОРЫ АНОМАЛЬНО БОЛЬШОЙ ЕМКОСТИ

Студентка гр.11301120 Зысковец Ю.М.

Кандидат физ.-мат. наук, доцент Черный В.В.

Белорусский национальный технический университет

Одной из тенденций развития транспорта является переход от двигателей внутреннего сгорания к электродвигателям в качестве приводной системы. Для реализации этой тенденции необходимы источники электри-

ческого тока большой емкости. Традиционные источники тока – аккумуляторы – получили серьезного оппонента в виде конденсаторов большой емкости, называемых суперконденсаторами.

Особенно удачной оказалась идея создания суперконденсаторов на основе графено-гелевой плёнки. Она была реализована компанией *Sunvault Energy Inc.* совместно с *Edison Power Company*. Было заявлено, что емкость созданного суперконденсатора оказалась равной 10 тысячам Фарад.

*Цифра эта кажется фантастической по сравнению даже с ранее созданными конденсаторами емкостью порядка нескольких Фарад, которые казались чудами современной электротехники.*

*Авторы использовали графено-гелевую плёнку в качестве очень маленького электрода. Пространство между листами из графена было заполнено жидким электролитом. Подобный электролит используется и в обычных электролитических конденсаторах, в которых он выполняет роль второй обкладки конденсатора.*

*В суперконденсаторе электролит выполняет не только роль проводника, но также предотвращает возможность соприкосновения соседних графеновых листов. Таким образом, удалось достичь расстояния между листами, составляющее доли нанометра, и достичь более высокой плотности конденсатора с одновременным сохранением пористой структуры.*

Сам компактный электрод был создан по технологии, которая давно и широко используется при производстве обычной бумаги.

Доступность технологии изготовления позволяет надеяться на быстрое освоение производства конденсаторов в промышленных масштабах.

В настоящее время в качестве источников тока повышенной емкости широко используются литий-ионные аккумуляторы. Характеристики графеновых суперконденсаторов сопоставимы с характеристиками данного типа аккумуляторов. Однако суперконденсаторы обладают важным преимуществом – они заряжаются или полностью разряжаются значительно быстрее – за время порядка 15 секунд.

УДК 681.518

## **СИСТЕМА ОТОБРАЖЕНИЯ ПОКАЗАНИЙ ДАТЧИКОВ НА МОБИЛЬНЫХ УСТРОЙСТВАХ**

Студент 4 курса Удавихин Е.А.  
Кандидат техн. наук, доцент Кольчевский Н.Н.,  
инженер-электроник Петров П.В.  
Белорусский государственный университет

Актуальным направлением развития измерительной техники и IoT являются работы по оптимизации передачи данных в реальном времени и